

# PORVOON ENERGIA OY

## Edelfeltinrannan energiaselvitys

101012950-E0001a  
21.2.2020



Yhteystiedot

Jouni Laukkanen  
jouni.laukkanen@poyry.com  
Puh. 050 568 1107

AFRY Finland Oy  
PL 4 (Jaakonkatu 3)  
01621 Vantaa  
Kotipaikka Vantaa  
Y-tunnus 0625905-6  
www.afry.fi

Jakelu

Asiakas / Jukka Rouhiainen  
AFRY

Copyright © AFRY Finland Oy

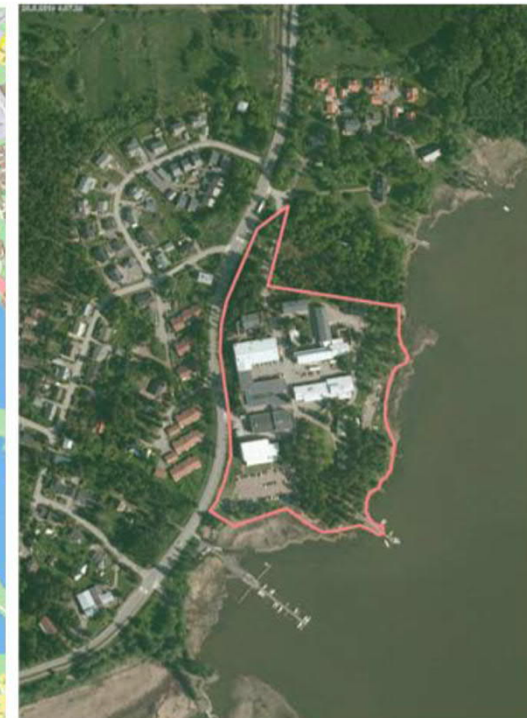
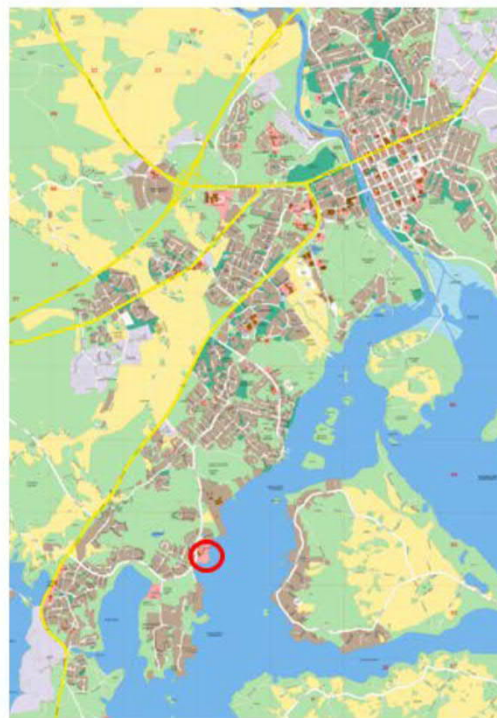
Kaikki oikeudet pidätetään Tätä asiakirjaa tai osaa siitä ei saa kopioida tai jäljentää missään muodossa ilman AFRY Finland Oy:n antamaa kirjallista lupaa.

Tarkastaja: 21.2.2020 Soile Bäckström

Hyväksyjä: 21.2.2020 Jouni Laukkanen

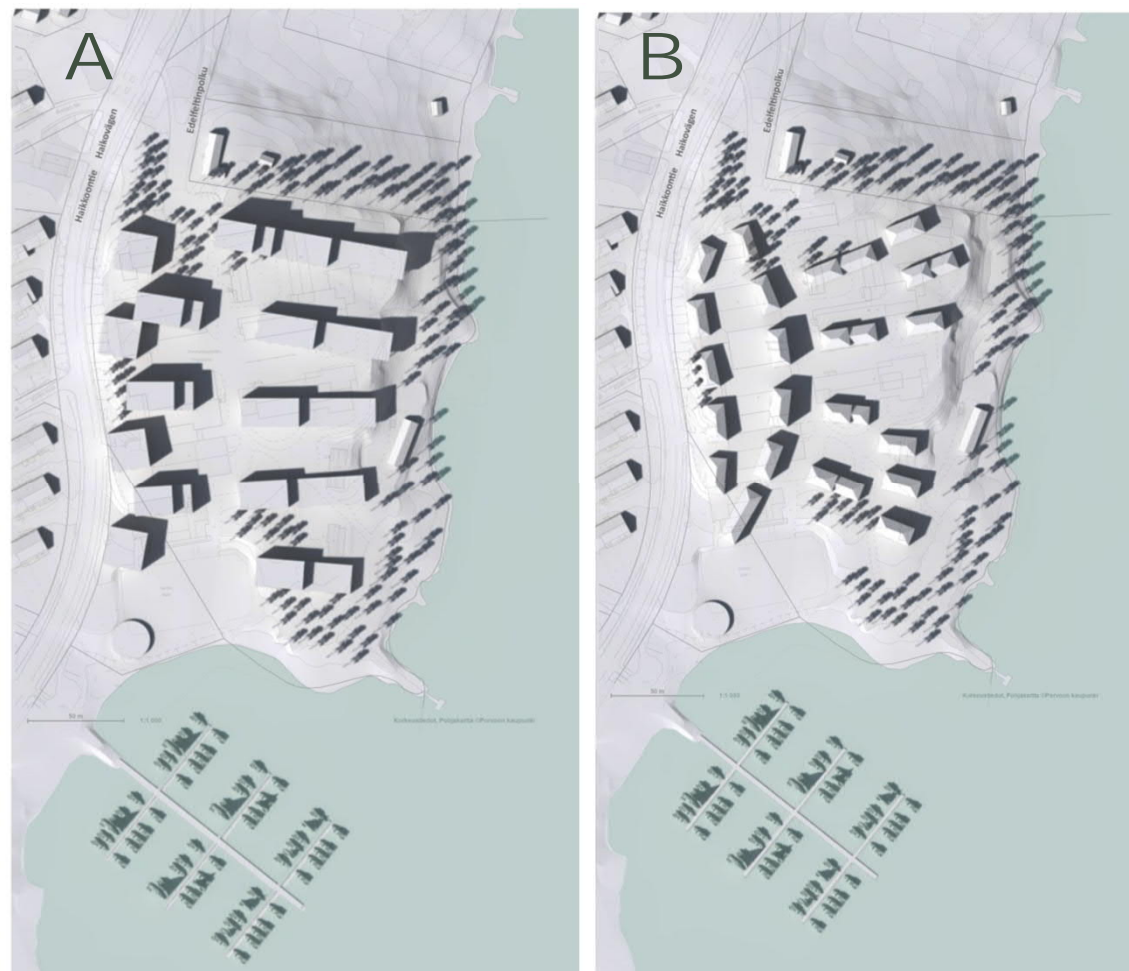
# Taustaa

- Porvoon kaupunki suunnittelee alueelle uutta hiilineutraalia asuinalueita, Edelfeltinranta.
- Edelfeltinranta on noin 4,5 ha alue meren rannalla Porvoon Haikkoossa.
- Alustavia kaavavaihtoehtoja Edelfeltinrannalle on tällä hetkellä kolme, joista tässä selvityksessä tarkastellaan kahta.
- Porvoon Energian kaukolämpöverkkoa ei tällä hetkellä ole alueella.
- Hermanninsaaren jätevedenpuhdistamo sijaitsee runsaan 700 metrin päässä Edelfeltinrannasta lounaaseen.
  - Jäteveden puhdistamolta on saatavissa lämpöpumpulla tuotettavaa lämpötehoa noin 2-5 MW vuodenaikasta riippuen.



# Lähtötietoja

- Työssä tarkastellaan kahta vaihtoehtoista kaavaluonnosta alueelle:
  - Ve A, jossa asuinkerrosala olisi 32 000 kem<sup>2</sup> ja noin 580 asukasta
  - Ve B, jossa asuinkerrosala olisi 12 000 kem<sup>2</sup> ja noin 220 asukasta
- Työssä tarkastellaan kolmea kiinteistökohtaista lämmöntuotantovaihtoehtoa ja kolmea aluekohtaista lämmitysvaihtoehtoa. Kaikkien rakennusten oletetaan valitsevan saman lämmitysmuodon.
  - Kaikilla tuotantovaihtoehdoilla oletetaan lämmön tarpeen olevan sama.
- Työssä vertaillaan lämmön tuotantojärjestelmiä, rakennuksien rakenteisiin ja LVI-järjestelmiin tarvittaviin investointeihin ei oteta työssä kantaa.
- Työssä hyödynnetään mahdollisimman paljon Pöyryn aiempaa selvitystä "Selvitys jätevesilämpöpumpulla tuotetusta kaukolämmöstä Haikkoonrantaan", 24.5.2016.



# Lämmöntuotantovaihtoehdot

## Aluekohtaista lämmitysvaihtoehdot

1. Erillinen aluelämpöverkko
  - Lämpö tuotetaan lämpöpumpulla jätevedenpuhdistamon hukkalämmöstä (noin 90 % energiasta jätevedestä sekä huippu- ja varatehona maakaasu/sähkö).
2. Yhdistäminen osaksi Porvoon kaukolämpöverkkoa
  - Lämpö otetaan Porvoon kaukolämpöverkosta (100 % kaukolämpöä, mutta määritetään myös millä polttoaineilla kaukolämpö tuotettaisiin).
  - Kaukolämpöverkon liitos mahdollistaisi myös kaksisuuntaisen kaukolämmön esimerkiksi jäähdytysenergian talteenotossa.
3. Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa
  - Jätevedenpuhdistamon hukkalämmön hyödyntäminen Edelfeltinrannan lämmitykseen ja alueen lämmöntarpeen ylittävän lämmön syöttäminen Porvoon kaupungin kaukolämpöverkkoon
  - Lämpöpumpun mitoitus mahdollisimman suureksi ottamatta kuitenkaan huomioon sulamisvesiajan suuria vesivirtoja.
  - Hukkalämmön hyödyntämisen vaikutukset Porvoon Energian muuhun tuotantoon

## Kiinteistökohtaiset lämmitysvaihtoehdot

1. Maakaasu (100 % lämmöstä)
2. Maalämpö (100 % lämmöstä)
3. Ilma-vesi-lämpöpumppu (100 % lämmöstä)

# Työn sisältö

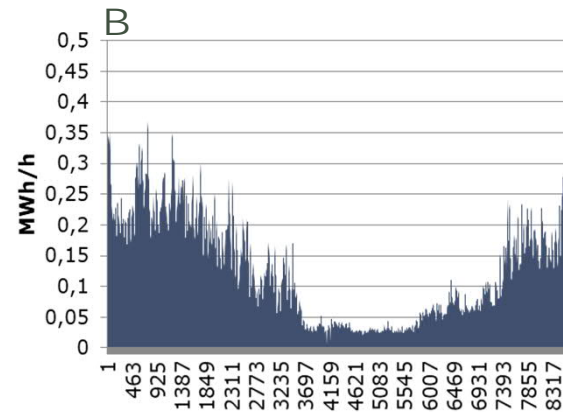
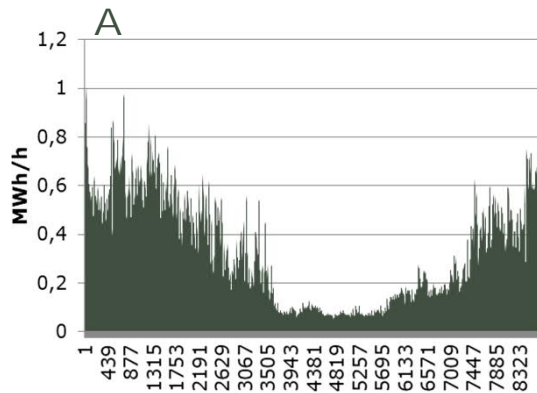
- Kiinteistöjen lämmöntarpeen määrittäminen
- Aluelämpöverkko ja kaukolämpöverkkoliitynnän selvitys aluekohtaisissa lämmitysvaihtoehdoissa
  - Investoinnin, pumppauskustannusten ja lämpöhäviöiden arviointi eri tarkasteluvaihtoehdoissa
- Energia- ja kustannustase sekä investointiarvio kullekin lämmitysvaihtoehdolle molemmilla kaavoitusvaihtoehdoilla
- Vaikutustarkastelu
  - Lämmön kustannukset asukkaille ja Porvoon Energialle
  - Eri vaihtoehtojen CO<sub>2</sub>-päästöt
  - Yhteenveto ja suositus mahdollisista muutoksista kaavoituksessa energiaratkaisujen parantamiseksi



# Kiinteistöjen lämmöntarpeen määrittäminen

- Molemmissa työssä tarkasteltavissa kaavaluonnoksissa oletetaan olevan kahta eri talotyyppiä
  - Ve A:ssa kaikkien kiinteistöjen energiankulutukseksi on oletettu 88 kWh/m<sup>2</sup>
  - Ve B:ssä kaikkien kiinteistöjen energiankulutukseksi on oletettu 90 kWh/m<sup>2</sup>
- Alla olevissa kuvissa on esitetty työssä käytettävä tyypillinen kaukolämmön kulutusprofiili tapauksissa A ja B
  - Sisältää tyypilliset lämpöhäviöt (noin 10 % lämmön myynnistä)

		A		B	
		Talotyyppi 1	Talotyyppi 2	Talotyyppi 1	Talotyyppi 2
Kaikkien kiinteistöjen energiankulutus	kWh/m <sup>2</sup>	88	88	90	90
Kiinteistöjen määrä	kpl	11	7	15	11
Huoneistojen määrä	Kpl	16	9	4	2
Kiinteistön koko	m <sup>2</sup>	1778	1778	462	462
Alueen lämmöntarve	MWh/a	2816		1080	
Lämmityksen huipputeho	MW	1.13		0.43	

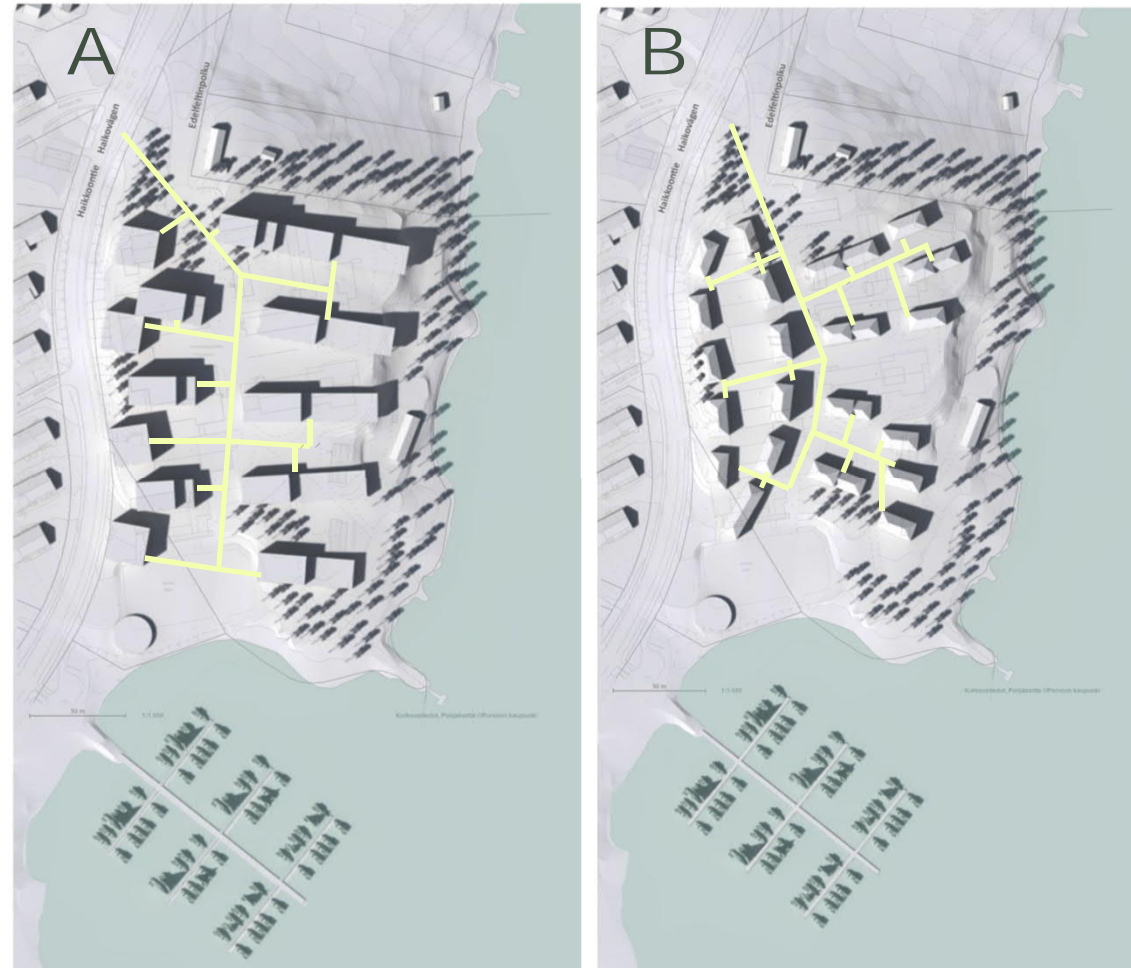


# Aluelämpöverkon mitoitus

- Viereisessä kuvissa on esitetty kaukolämpöjohtojen alustavat linjaukset molemmissa kaavaluonnoksissa
- Alla olevassa taulukossa on esitetty johtokoot sekä arvioidut pituudet molemmissa tilanteissa
- Käyttöveden ja lämmityksen tehot ovat huomioituna mitoituksessa

Kaukolämpöverkon arvioidut johtopituudet, m

	A	B
DN25		100
DN50	100	200
DN65	250	200
DN100	200	





# Kaukolämpöverkkoliitäntä

- Edelfeltinrannan aluelämpöverkon yhdistämiseksi Porvoon kaukolämpöverkkoon
  - Kaukolämpölinjan linjaus siten että Haikon Kartano voidaan yhdistää kaukolämpöön
  - Linjan pituus 2000 m (DN 100)
  - Kustannusarvio 500 k€
- Edelfeltinrannan aluelämpöverkon yhdistämiseksi jätevedenpuhdistamoon
  - Linjan pituus 700 m (DN 100)
  - Kustannusarvio 175 k€



# Lämpöpumpun mitoitus

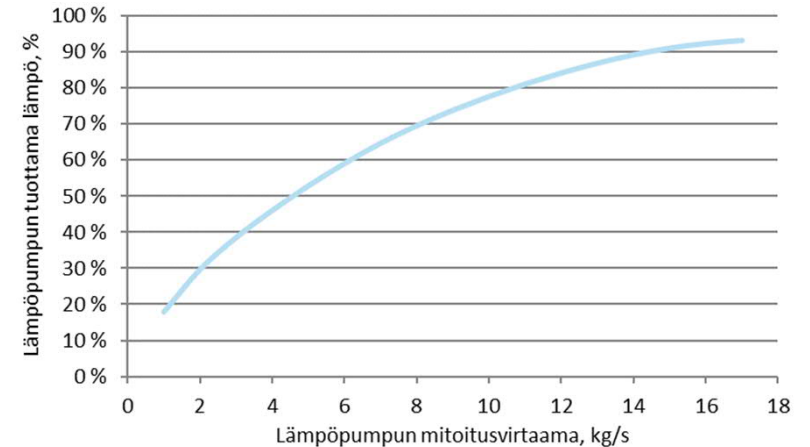
## Erillinen aluelämpöverkko

- Kaavavaihtoehto A:
  - Lämpöpumpun mitoitusvirtaamaksi on valittu 14 kg/s, jolloin lämpöpumpun tuottaman lämmön osuus on noin 89 % alueen vuotuisesta lämmöntarpeesta.
- Kaavavaihtoehto B:
  - Lämpöpumpun mitoitusvirtaamaksi on valittu 5 kg/s, jolloin lämpöpumpun tuottaman lämmön osuus on noin 87 % alueen vuotuisesta lämmöntarpeesta.

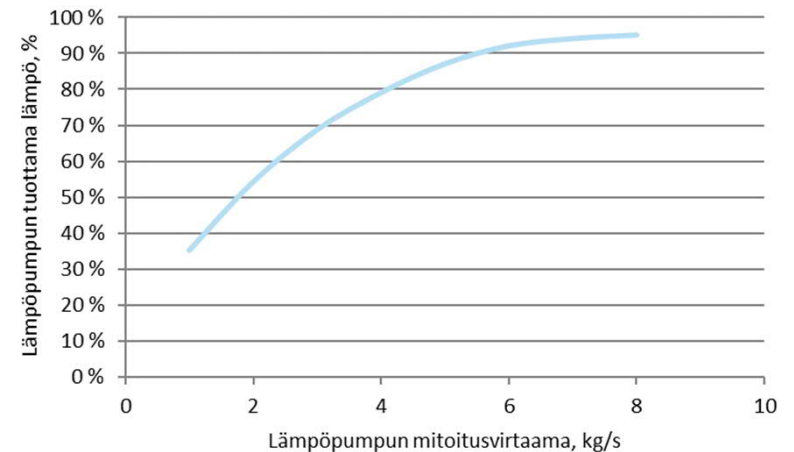
## Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa

- Koska tässä vaihtoehdossa Edelfeltinrannan lämmöntarpeen ylittävä lämpö syötetään Porvoon kaupungin kaukolämpöverkkoon mitoitetaan lämpöpumppu mahdollisimman suureksi
  - kaavoitusvaihtoehdot eivät tällöin vaikuta mitoitukseen
- Lämpöpumpun mitoitusvirtaamaksi on valittu 14 kg/s eli sama kuin yllä esitetty vaihtoehto A

A

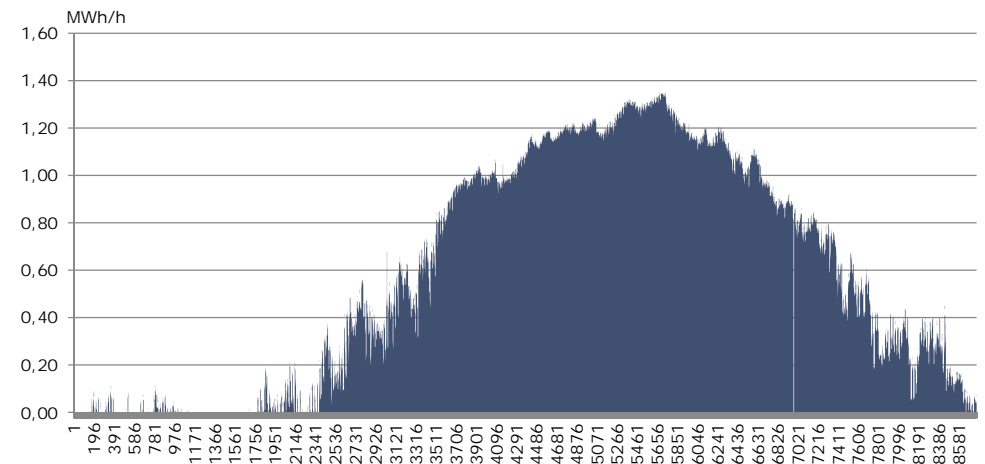


B



# Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa

- Viereisessä kuvassa on esitetty jätevesilämpöpumpulla tuotettu kaukolämpö Porvoon kaukolämpöverkkoon
- Lämpöä on saatavilla pääsääntöisesti kesäaikaan, jolloin jätevesilämpöpumpulla tuotettu lämpö korvaa biopolttoaineilla tuotettua lämpöä
- Osan kesästä lämpöpumppulämpö saattaisi lisätä apujäähdytystä kaukolämpöverkossa voimalaitoksen minimitehon takia. Tätä ei ole huomioitu laskennassa, mutta kuvattu johtopäätöksissä



# Energiatase

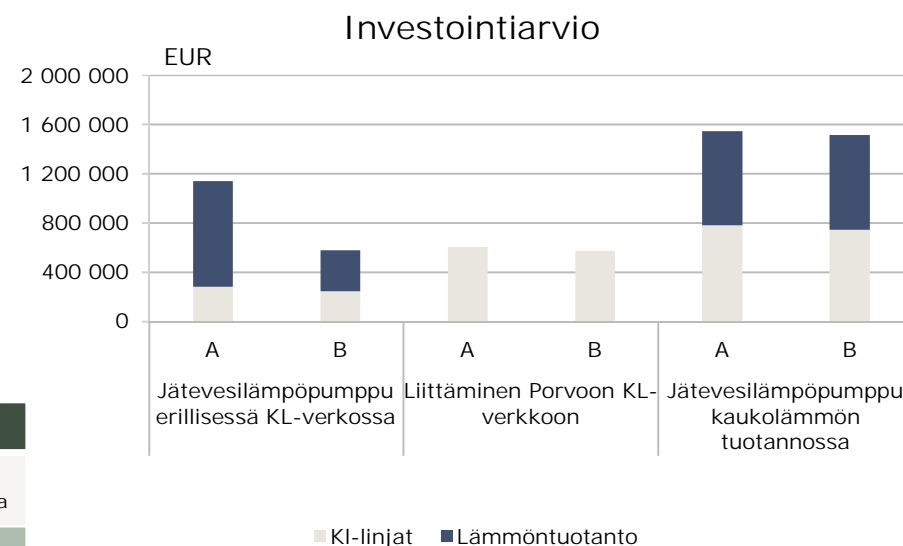
- Lämpöpumpun tehokerroin (COP) keskimäärin 2,5 (riittävällä tarkkuudella vakio).
- Vaihtoehdoissa missä käytetään kaasua lämmitykseen on oletettu käytettävän biokaasua
  - Biokaasukattilan koko vuoden hyötysuhde 92 %
- KL-pumppauksen sähkönkulutus 1% tuotetusta kaukolämmöstä
- Lämpöhäviöt laskettu perustuen oletettuihin putkistokokoihin
- Vaihtoehdoissa joissa Edelfeltinranta yhdistetään Porvoon kaukolämpöverkkoon on huomioitu myös Haikon Kartanon yhdistäminen kaukolämpöverkkoon ja tämän tarvitseman lämmön tuotanto.
  - Kartanon vuotuiseksi lämmön kulutukseksi arvioitu 700 MWh

Energiatase							
		Erillinen KL-verkko		Liittäminen Porvoon kaukolämpöverkkoon		Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa	
Lämmön tuotanto		A	B	A	B	A	B
Edelfeltinranta							
Lämpöpumpulla	MWh/a	2 609	975	-	-	2 609	1 121
Biokaasulla	MWh/a	315	146	-	-	-	-
Kaukolämmöllä	MWh/a	-	-	2 924	1 121	315	-
Josta lämpöhäviöt	MWh/a	106	88	106	88	106	88
Yhteensä	MWh/a	2 924	1 121	2 924	1 121	2 924	1 121
Haikon Kartano	MWh/a	-	-	700	700	700	700
Porvoon kaukolämpöverkkoon	MWh/a	-	-	-	-	5 024	6 512
Energian kulutus							
Sähkön kulutus	MWh/a	1 085	414	12	12	3 152	3 148
- Josta KL-pumppaus	MWh/a	29	11	36	18	86	83
Biokaasun kulutus	MWh/a	343	159	-	-	-	-

# Investointi- ja käyttökustannusarvio

— Viereisessä kuvassa on esitetty investointiarviot aluekohtaisista lämmitysvaihtoehdoista. Kulut tarkemmin eriteltynä ovat alla olevassa taulukossa

Investoinnit, € (alv 0 %)						
Lämmöntuotantoon	Erillinen KL-verkko		Liittäminen Porvoon kaukolämpöverkkoon		Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa	
	A	B	A	B	A	B
Lämpöpumppu	770 000	300 000			770 000	770 000
Biokaasukattila	95 000	40 000				
<b>KL-linjat</b>						
Aluelämpöverkko	110 000	75 000	110 000	75 000	110 000	75 000
Edelfeltinrannan yhdistäminen Porvoon kaukolämpöverkkoon			500 000	500 000	500 000	500 000
Edelfeltinrannan yhdistäminen jätevedenpuhdistamolle	175 000	175 000			175 000	175 000
<b>Yhteensä</b>	<b>1 150 000</b>	<b>590 000</b>	<b>610 000</b>	<b>580 000</b>	<b>1 600 000</b>	<b>1 500 000</b>



Käyttökustannusarviot		
Lämpöpumpun käyttö ja kunnossapito	% investoinnista/a	3 %
Maakaasukattilan muuttuvat kustannukset	€/MWh <sub>pa</sub>	0,9
Maakaasukattilan kiinteät kustannukset	% investoinnista/a	1,2 %

# Taloudellinen kannattavuus

- Biokaasu
  - Hinta 76 €/MWh
  - Tehomaksu 15 €/kW/a
- Sähkön hinta
  - Lämpöpumpulle 57 €/MWh\*\*
  - Muu 100 €/MWh
- Porvoon energian kaukolämmön tuotantokustannus 25 €/MWh
  - Kustannukset Haikon Kartanon kuluttaman lämmön tuotannosta sisältyvät kaukolämmön tuotannon kustannuksiin.
- Investoinnin takaisinmaksuaika on laskettu käyttäen kaukolämmön myyntihintaa
  - Vaihtoehdoissa missä Edelfeltinranta on yhdistetty Porvoon kaukolämpöverkkoon on huomioitu myös myynti Haikon Kartanoon.
- Laskennassa jätevedenpuhdistamolta lämpöpumpulle menevälle lämmölle ei ole huomioitu hankintahintaa.

Vuotuiset kustannukset, €/vuosi (alv 0 %)							
		Erillinen KL-verkko		Liittäminen Porvoon kaukolämpöverkkoon		Jätevesilämpöpumppu kaukolämmön tuotannossa	
		A	B	A	B	A	B
Sähkö	€/a	63 601	24 560	3 624	1 821	183 872	183 557
Biokaasu	€/a	38 045	18 061	-	-	-	-
Kaukolämmön tuotanto	€/a	-	-	90 598	45 535	25 382	17 513
Lämpöpumpun Käyttö ja kunnossapito	€/a	14 592	5 790	-	-	14 592	14 592
Biokaasukattilan käyttö ja kunnossapito	€/a	1 444	607	-	-	-	-
<b>Yhteensä</b>	<b>€/a</b>	<b>117 681</b>	<b>49 018</b>	<b>94 222</b>	<b>47 356</b>	<b>223 846</b>	<b>215 663</b>
Energian tuotanto*	MWh	2 924	1 121	3 624	1 821	8 648	8 333
Tuotantokustannus ilman investointia	€/MWh	42	47	27	27	26	26
Korko 3 %, pitoaika 20 a	€/MWh	69	85	38	50	38	39
Investoinnin takaisinmaksuaika	a	-	-	5	15	5	5

\* Sisältää myös kaukolämmön oston sekä jätevesilämpöpumpulla tuotetun lämmön mikä syötetään Porvoon kaukolämpöverkkoon

\*\* Oletetaan, että kaukolämmön tuotantoon käytettävien lämpöpumppujen sähkövero laskee teollisuuden veroluokkaan



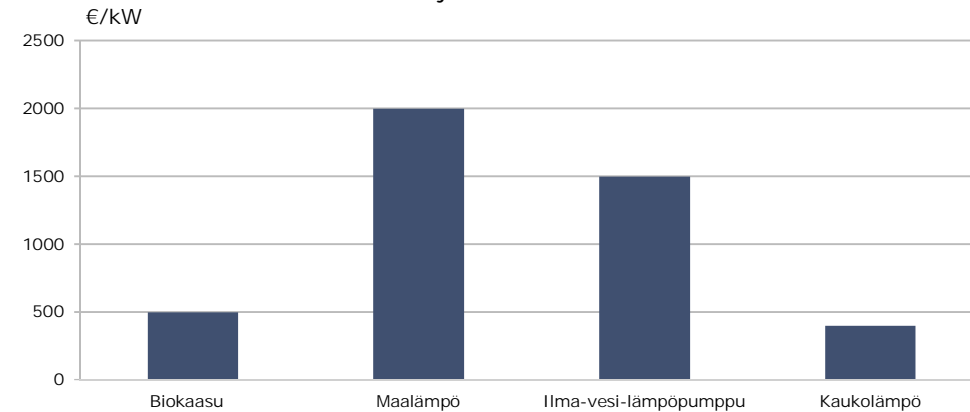
# Kiinteistökohtaiset vaihtoehdot

- Laskennassa käytetyt ominaisinvestoinnit sekä energiamaksut on esitetty viereisissä kuvissa. Muita käyttökustannuksia ei ole laskennassa huomioitu mutta investointikustannusten arviointi on suoritettu siten että muut kulut voidaan olettaa sisältyvän investointiin.
- Ilma-vesi-lämpöpumpun tukilämmitysmuotona joudutaan tyypillisesti käyttämään toista lämmitysmuotoa. Tämän on laskennassa oletettu olevan sähköä mikä on huomioitu alhaisempana COP-lukuna
- Viereisistä kuvista nähdään että maalämpö sekä ilma-vesi-lämpöpumppu ovat käyttökustannuksiltaan edullisimmat vaihtoehdot, kun investointia ei huomioida. Investointi mukaan lukien on esitetty raportin yhteenvedossa.
- Biokaasu kiinteistökohtaisena lämmitysmuotona on investointikuluiltaan sekä käyttökuluiltaan Vaihtoehdoista kallein

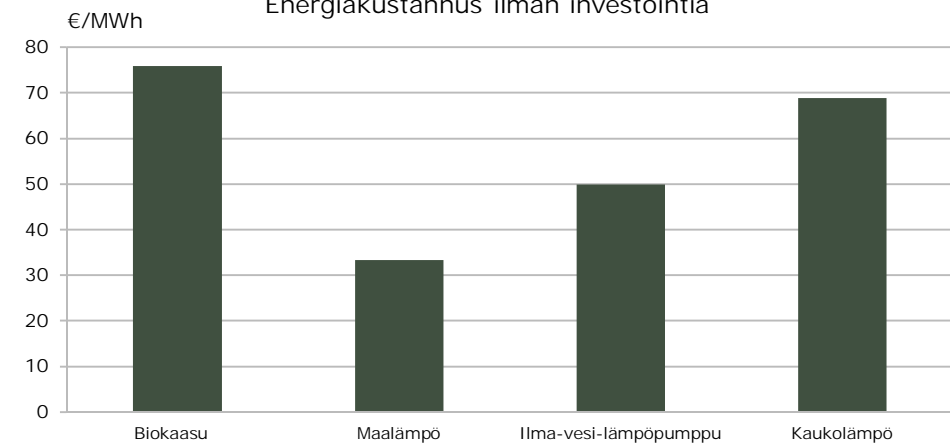
## Lähtötiedot

COP	Maalämpö	3
	Ilma-vesi-lämpöpumppu	2
Sähkön hinta	€/kWh	0.1
Biokaasun myyntihinta	€/MWh	61
Biokaasun siirtohinta	€/MWh	15
Kaukolämmön hinta asiakkaalle (sis. ALV)	€/MWh	69

Vaihtoehtojen ominaisinvestointi

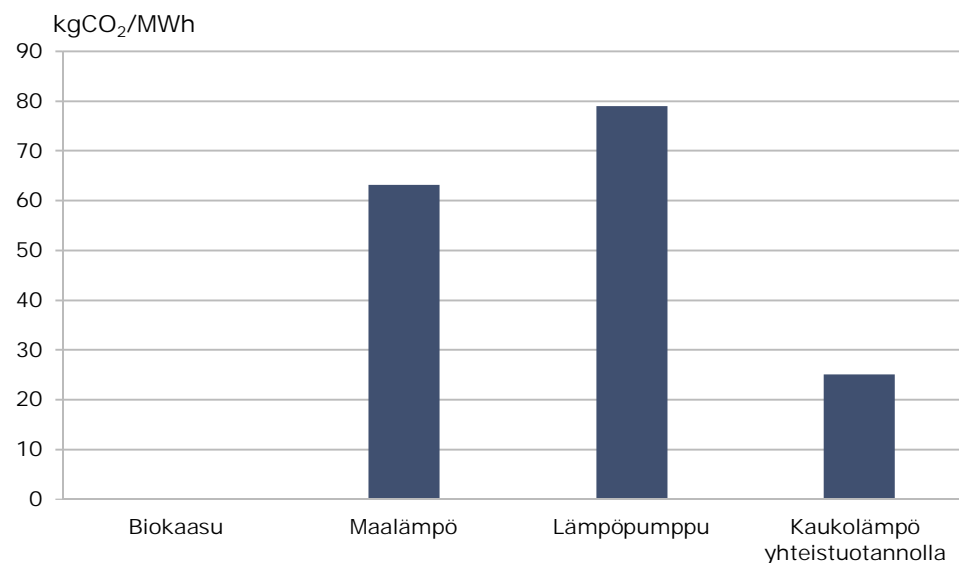


Energiakustannus ilman investointia



# Vaikutustarkastelu

- Viereisessä kuvassa on esitetty tarkasteltujen vaihtoehtojen CO<sub>2</sub>-päästöt perustuen
  - Porvoon energian kaukolämmöntuotannon päästöjen suuruus on laskettu perustuen Energiateollisuuden vuoden 2018 kaukolämpötilastojen polttoainekäyttöön yhteistuotannossa. Yli 90 % Porvoon energian yhteistuotannon polttoaineista on biopolttoaineita ja näin ollen CO<sub>2</sub>-neutraalia tuotantoa.
  - Maalämmön ja lämpöpumpun päästöt on laskettu perustuen Motivan vuoden 2019 keskimääräiseen sähköntuotannon CO<sub>2</sub>-päästökertoimeen 158 kg CO<sub>2</sub>/MWh.
  - Maalämmön päästöt ovat lämpöpumppua pienemmät sillä maalämmön COP on tyypillisesti lämpöpumppua parempi
- Vaihtoehtoissa joissa polttoaineena käytetty kaasua on oletettu käytettävän biokaasua, jolloin tuotanto on CO<sub>2</sub>-neutraalia.
- Mikäli kaukolämmön huippupolttoaineena käytetty kaasu olisi korvamerkittyä biokaasua, olisi kaukolämpö täysin CO<sub>2</sub>-neutraalia Porvoossa

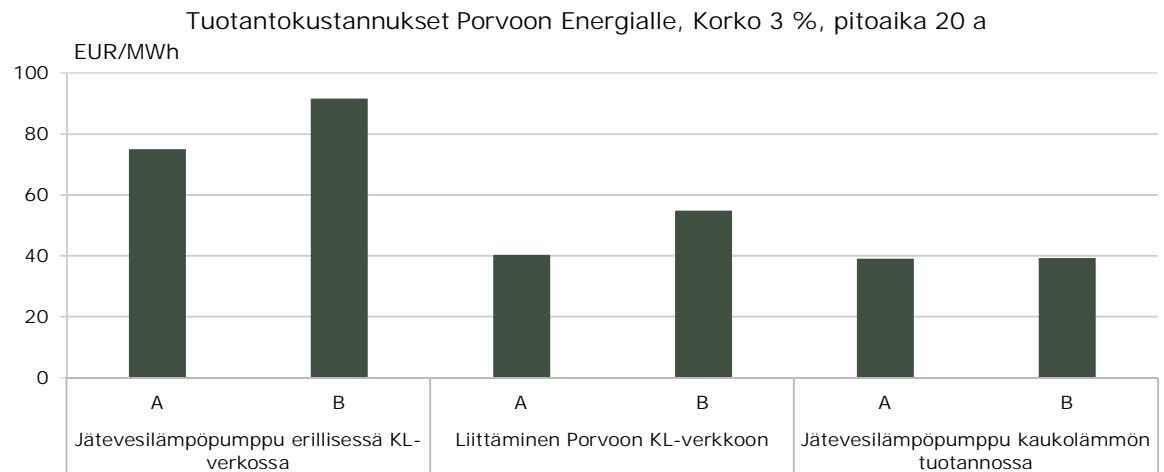
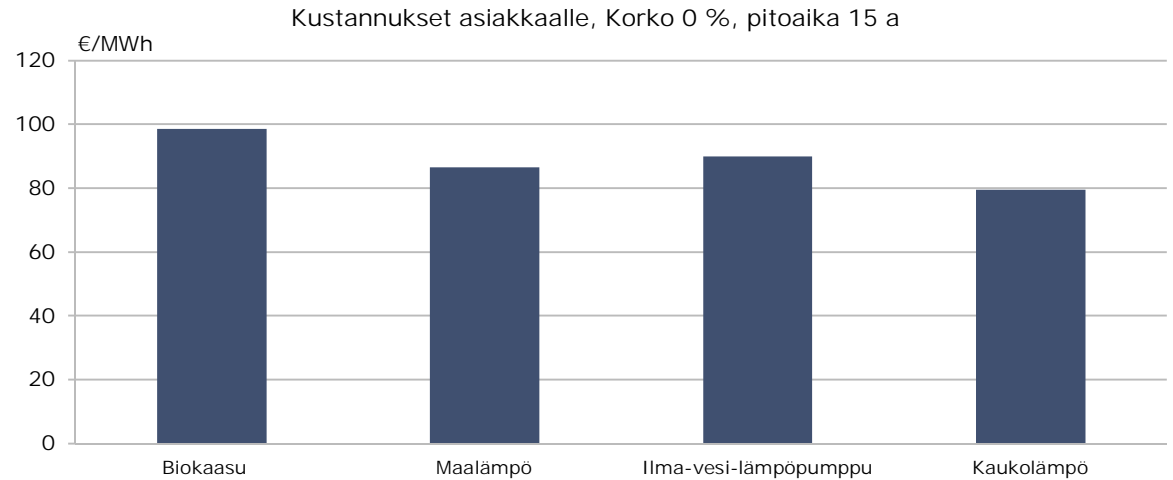


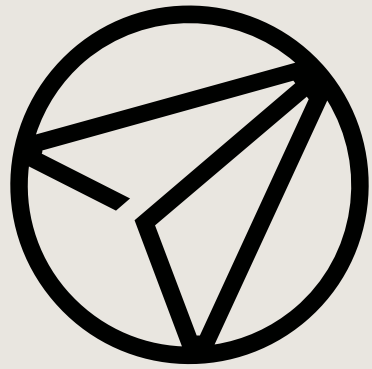
# Kaksisuuntainen lämmön talteenotto

- Kaukolämpöverkkojen avaaminen voidaan toteuttaa useilla tavoilla. Kaksisuuntainen kaukolämmöntuotanto voidaan toteuttaa erilaisilla liiketoimintamalleilla ja se voidaan ottaa käyttöön ilman merkittäviä toimintamallin muutoksia.
- Kaksisuuntaisella kaukolämmöntuotannolla tarkoitetaan ratkaisua jossa asiakas ostaa lämpöä kaukolämpöyhtiöltä ja myy omaa lämmöntuotantoaan/hukkalämpöä takaisin kaukolämpöyhtiölle.
- Kaksisuuntainen kaukolämmöntuotanto mahdollistaa kaukolämmön ja kiinteistökohtaisten lämmitysratkaisujen yhdistämisen ja lämmön kustannustehokkaan tuotannon. Voidaan hyödyntää yhdessä kysyntäjouaston kanssa. Parantaa energiatehokkuutta ja vähentää polttoaineiden käyttöä.
- Voi joissain tilanteissa mahdollistaa tuotantokapasiteetin vähentämisen.
- Edellytyksenä erillinen sopimus asiakkaiden kanssa, jatkuvatoiminen mittaaminen, kaukolämpöyhtiön tuotannonsuunnittelun muutokset.
- Mahdollisten hyötyjen suuruus vaihtelee tapauskohtaisesti ja vaatii pidempiaikaisen kustannus-hyöty –analyysin. Ympäristö ja energiatehokkuusnäkökulmat olennaisessa osassa hyötyjen tarkastelussa.
- Monien potentiaalisten asiakkaiden oma osaaminen ja resurssit osallistua lämmön tuotantoon voivat olla rajallisia.
- Potentiaalisimmat asiakkaat datakeskukset ja teollisuusyhtiöt, jotka ovat usein jo hyötykäytössä
- Asuin ja toimistorakennuksista hukkalämpöä on vähän saatavissa suhteessa vaadittavaan investointiin. Tuotanto ajoittuu kesäkuukausiin jolloin tarve hyödyntämiselle pienin.

# Yhteenveto

- Kaukolämpö on kilpailukykyinen vaihtoehto lämmöntuotantovaihtoehtona Edelfeltinrantaan niin asiakaan kuin Porvoon Energiankin näkökulmasta.
- Erillisen kaukolämpöverkon rakentaminen alueelle ei kuitenkaan ole kannattavaa vaan alue kannattaa liittää Porvoon kaukolämpöverkkoon
  - Tämä mahdollistaa myös muiden läheisten alueiden, kuten Haikon Kartanon liittämisen kaukolämpöverkkoon
- Jätevesilämpöpumpun hyödyntäminen kaukolämmöntuotannossa on kannattava vaihtoehto edellyttäen, että sen tuottamalle lämmölle, jota ei tarvita Edelfeltinrannassa, on käyttöä muualla Porvoon kaukolämpöverkolla.
  - Jätevesilämpöpumpulla tuotettua lämpöä on Porvoon kaukolämpöverkkoon tarjolla kesäkuukausina jolloin se nykytilanteessa lisää ajoittain apujäähdytyksen tarvetta mikä laskee vaihtoehdon kannattavuutta.





AFRY

ÅF PÖYRY